

Otrzymano: 2004.11.18
Zaakceptowano: 2006.05.11

Optimalization of the conditions performing radiological research according to the value of the surface dose

Optymalizacja warunków wykonywania badań radiologicznych w zależności od wartości dawki powierzchniowej

Manol Dorobanow, Krzysztof Wrona, Andrzej Kałmuk

Oddział Onkologii, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny, Częstochowa, Polska

Adres autora: Manol Dorobanow, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny, Zakład Radioterapii, ul. Bialska 104/118, Częstochowa, e-mail: emanold@yahoo.com

Summary

Background:

The use of ionic radiation in roentgen diagnosis is very helpful in the process of determination and classification of a disease. However, every ionic radiation can cause negative health consequences. The roentgen diagnosis is the biggest unnatural source of radiation, which has negative influence on people's health. It constitutes 78% of all usage of ionic radiation in medicine.

Material/Methods:

In this study we checked the influence of technical environment of radiological tests on the values of X-ray radiation doses (per unit of surface) received by the patients. The influence of material and thickness of the filter used in the SIREGRAF machine under constant tension in X-ray lamp was defined. Afterwards we examined the correlation between the change of values of high tension in X-ray lamps and the reduction of ionization radiation dose (per unit of surface) received by the patients while using the same filter.

Results:

The first test allowed us to observe reduction of the ionisation radiation dose (per unit of surface) received by the patients up to 61%.

The second test (for all filters) showed that the growing tension in X-ray lamp causes a decrease of ionization radiation dose even up to 23%.

Conclusions:

It is possible to significantly reduce the radiation dose received by the patients during the roentgen diagnostic examinations by using the rules described in the above work.

Key words:

radiation protection • radiology

PDF file:

http://www.polradiol.com/pub/pjr/vol_71/nr_4/6648.pdf

Wstęp

Zastosowanie promieniowania jonizującego w diagnostyce powinno odbywać się w warunkach, które zapewniają optymalizację dawek promieniowania na tak niskim poziomie, jak to jest rozsądnie osiągalne biorąc pod uwagę możliwości techniczne, ekonomiczne i społeczne. [1] Dawka promieniowania jonizującego użytego podczas diagnozowania pacjentów powinna być minimalna, ale zapewniającą uzyskanie odpowiedniej informacji diagnostycznej [2, 3].

Technik radiologii wykonuje badania samodzielnie lub z lekarzem radiologiem. Dla większości rutynowych badań radiograficznych technicy samodzielnie decydują o sposobie ich wykonania i o wielkości nastawianych parametrów, czyli sami decydują o jakości obrazu i o dawkach otrzymywanych przez pacjentów. Lekarze kierujący na badanie rentgenowskie oraz technicy rentgenografii wykonujący je muszą mieć pełnię świadomości o odpowiedzialności, którą ponoszą za fakt użycia promieniowania jonizującego wobec pacjenta i za jakość wykonanej pracy [4].

Table 1. Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 66 kV, using various filters.**Tabela 1.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr1 przy napięciu 70 kV i różnych filtrach.

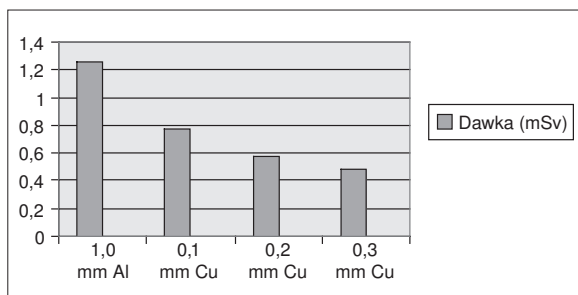
Warunki	Filtr	Dawka	Procent
Fantom nr 1 U = 70 kV	1 mm Al.	1,25 mSv	100%
Fantom nr 1 U = 70 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	0,77 mSv	61,6%
Fantom nr 1 U = 70 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	0,58 mSv	46,4%
Fantom nr 1 U = 70 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	0,487 mSv	38,9%

W niektórych krajach spotyka się roszczenia byłych pacjentów zarzucających personelowi medycznemu niepotrzebne lub niewłaściwe użycie promieniowania jonizującego i spowodowanie negatywnych skutków zdrowotnych [1]. Filtrację promieniowania rentgenowskiego (X) uzyskujemy przy pomocy filtrów [5]. Metalowy filtr (w postaci blaszki lub folii metalowej) umieszczony na drodze wiązki pierwotnej promieniowania osłabia całe widmo, ale w większym stopniu jego część nisko energetyczną. Pozbawienie widma składowej miękkiej promieniowania jest konieczne, gdyż składowa ta będąc całkowicie pochłaniana w ciele pacjenta niepotrzebnie obciąża dawką jego tkankę powierzchniową, a nie bierze udziału w powstawaniu obrazu rtg [3, 6].

Przenikliwość (jakość) charakteryzującą promieniowanie wiązki przy określonym napięciu na lampie rentgenowskiej (rtg) zależy przede wszystkim od filtracji całkowitej [4, 6, 7]. Jest ona wyrażana za pomocą „grubości warstwy połówkowej” – takiej grubości płytki metalu z Al (aluminium) lub Cu (miedzi) podanej w mm, która powoduje osłabienie natężenia promieniowania o połowę.

Materiał i metoda

Przedmiotem badań była otrzymana dawka powierzchniowa przez fantom wodny o grubości 15 cm podczas badania radiologicznego w zależności od napięcia na lampie rentgenowskiej, prądu anodowego i zastosowanego zmiennego filtra. Zdjęcia wykonywano na aparacie rentgenowskim SIREGRAF w Zakładzie Diagnostyki Obrazowej Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Częstochowie. Pole napromieniania miało wymiary $S = 14$ cm długości i 12 cm szerokości. Odległość od ogniska lampy rentgenowskiej do fantomu (S i D) = 90 cm; wykorzystano ognisko duże.

**Figure 1.** Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 70 kV, using various filters.**Rycina 1.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr.1 przy napięciu 70 kV i różnych filtrach.

Zastosowano fantom nr 1 – (o grubości 15 cm wody) i fantom nr 2 – (o grubości 15 cm wody + 1 mm Cu). Aparat pracował w trybie na automatyczne wyłączanie się w momencie gdy komora jonizacyjna zmierzy dawkę wystarczającą wartości, gwarantującą dobrą jakość obrazu radiograficznego.

Dla potrzeb obecnej analizy zastosowano napięcie na lampie rentgenowskiej 66 kV; 70 kV; 77 kV; 81 kV; 96 kV i 102 kV.

Aby zbadać zależność dawki powierzchniowej w zależności od zastosowanego filtra wykonano badania przy następujących filtrach : (1 mm Al.); (1 mm Al. + 0,1 mm Cu); (1 mm Al. + 0,2 mm Cu); (1 mm Al. + 0,3 mm Cu).

Za kryterium skuteczności przyjęto dawkę powierzchniową zmierzoną na powierzchni fantomu [8]. Pomiary dawki przeprowadzono aparatem PTW – UNIDOS 10002, Nr 20014, (komora jonizacyjna 0,6 cm sześciennych – W 30001 nr 62) posiadającym świadectwo sprawdzenia nr 18/2002 wydane przez Zakład Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie dnia 2002.05.02 i z okresem ważności do 2005.05.31. [8].

Wyniki

Wyniki przedstawiono tabelami i rycinami.

I. Wpływ rodzaju materiału i grubości używanego filtra przy stałym napięciu na lampie rentgenowskiej dla fantomu nr 1 przedstawiono w tabelach 1-4 i rycinach 1-4.

- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 70 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 38,4%; Tabela 1, rycina 1.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 70 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 53,6%; Tabela 1, rycina 1.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 70 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 61%; Tabela 1, rycina 1.

Table 2. Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 66 kV, using various filters.**Tabela 2.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr1 przy napięciu 66 kV i różnych filtrach.

Warunki	Filtr	Dawka	Procent
Fantom nr 1 U=66 kV	1 mm Al.	1,37 mSv	100%
Fantom nr 1 U=66 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	0,85 mSv	62%
Fantom nr 1 U=66 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	0,63 mSv	45,9%
Fantom nr 1 U=66 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	0,53 mSv	38,7%

Table 3. Dose measured on the surface of the phantom No 1 under voltage 81 kV and using various filters.**Tabela 3.** Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 81 kV, using various filters.

Warunki	Filtr	Dawka	Procent
Fantom nr 1 U=81 kV	1 mm Al.	1,04 mSv	100%
Fantom nr 1 U=81 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	0,67 mSv	64,4%
Fantom nr 1 U=81 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	0,51 mSv	49%
Fantom nr 1 U=81 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	0,44 mSv	42,3%

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 66 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 38%; Tabela 2, rycina 2.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 66 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 54%; Tabela 2, rycina 2.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 66 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymaną przez pacjenta o 61%; Tabela 2, rycina 2.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 81 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 35,5%; Tabela 3, rycina 3.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 81 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 51%; Tabela 3, rycina 3.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 81 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymaną przez pacjenta o 57,7%; Tabela 3, rycina 3.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 77 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 37%; Tabela 4, rycina 4.

• Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 77 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 52%; Tabela 4, rycina 4.

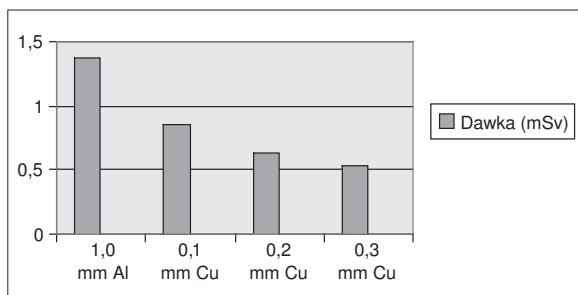
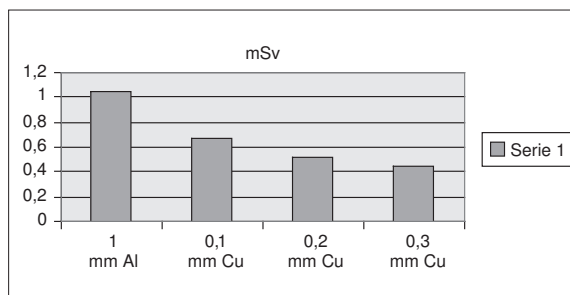
**Figure 2.** Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 66 kV, using various filters.**Rycina 2.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy napięciu 66 kV i różnych filtrach.**Figure 3.** Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 81 kV, using various filters.**Rycina 3.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy napięciu 81 kV i różnych filtrach.

Table 4. Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 77 kV, using various filters.**Tabela 4.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy napięciu 77 kV i różnych filtrach.

Warunki	Filtr	Dawka	Procent
Fantom nr 1 U=77 kV	1 mm Al.	1,12 mSv	100%
Fantom nr 1 U=77 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	0,705 mSv	62,9%
Fantom nr 1 U=77 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	0,538 mSv	48%
Fantom nr 1 U=77 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	0,45 mSv	40,1%

Table 5. Dose measured on the surface of phantom No 1 at various voltages of Roentgen lamp using the 1 mm Al filter.**Tabela 5.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr1 przy różnych napięciach i filtrze 1 mm Al.

Filtr\U [kV]	66 kV	70 kV	77 kV	81 kV
1 mm Al.	1,37 mSv	1,25 mSv	1,12 mSv	1,04 mSv
Procent %	100%	90,4%	83%	77%

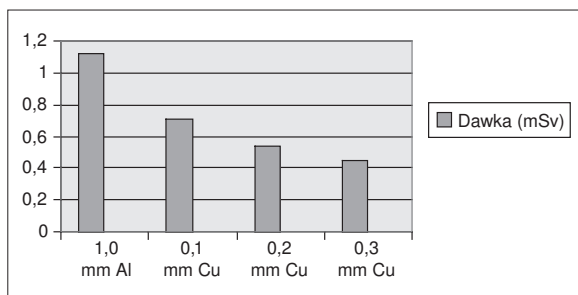
Table 6. Dose measured on the surface of phantom No 1 at various voltages, using the filter (1 mm Al + 0,1 mm Cu).**Tabela 6.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al + 0,1 mm Cu).

Filtr\U [kV]	66 kV	70 kV	77 kV	81 kV
1 mm Al + 0,1 mm Cu	0,85 mSv	0,77 mSv	0,705 mSv	0,67 mSv
Procent %	100%	90,5%	82,9%	78,8%

- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 77 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 60%; Tabela 4, rycina 4.

II. Wpływ wysokiego napięcia na lampie rentgenowskiej w aparacie SIREGRAF na dawkę promieniowania jonizującego pochłoniętą przez pacjenta przy różnych filtrach dla fantomu nr 1 przedstawiono w tabelach 5-8 i rycinach 5-8.

- Analiza wyników pomiarów w fantomie nr 1 pokazuje, że dawka powierzchniowa, przy zdjęciach tej samej jakości, spada o 23% przy wzroście napięcia na lampie od 66 kV do 81 kV przy filtrze 1 mm Al. Tabela 5; rycina 5.

**Figure 4.** Dose measured on the surface of phantom No 1 at a voltage of 77 kV, using various filters.**Rycina 4.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy napięciu 77 kV i różnych filtrach.

- Przy filtrze o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu zmiana wysokiego napięcia na lampie rentgenowskiej z 66kV do 81 kV powoduje spadek dawki powierzchniowej o 21% zachowując tej samej jakości zdjęcia rentgenowskiego. Tabela 6; rycina 6.

- Przy filtrze o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu zmiana wysokiego napięcia na lampie rentgenowskiej z 66kV do 81 kV powoduje spadek dawki powierzchniowej dla pacjenta o 19%, przy zachowaniu tej samej jakości zdjęć rentgenowskich. Tabela 7; rycina 7.

- Przy filtrze o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, zmiana wysokiego napięcia na lampie rentgenowskiej z 66 kV na 81 kV powoduje spadek dawki powierzchniowej otrzymanej przez pacjenta o 17%, przy zachowaniu tej samej jakości zdjęć rentgenowskich. Tabela 8; rycina 8.

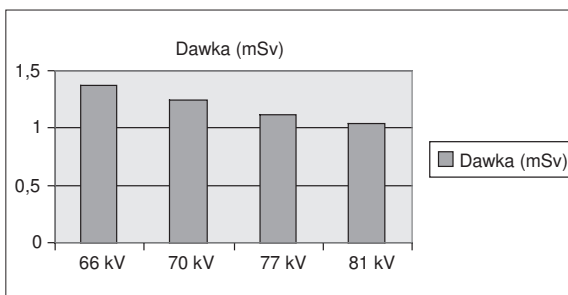
**Figure 5.** Dose measured on the surface of phantom No 1 under various voltages, using the filter 1 mm Al.**Rycina 5.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze 1 mm Al.

Table 7. Dose measured on the surface of phantom No 1 at various voltages, using the filter (1 mm Al + 0,2 mm Cu).**Tabela 7.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al. + 0,2 mm Cu).

Filtr\U [kV]	66 kV	70 kV	77 kV	81 kV
1 mm Al + 0,2 mm Cu	0,63 mSv	0,58 mSv	0,538 mSv	0,51 mSv
Procent %	100%	92%	85,3%	80,9%

Table 8. Dose measured on the surface of phantom No 1 at various voltages using the filter (1 mm Al + 0,3 mm Cu).**Tabela 8.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al. + 0,3 mm Cu).

Filtr\U [kV]	66 kV	70 kV	77 kV	81 kV
1 mm Al + 0,3 mm Cu	0,53 mSv	0,487 mSv	0,45 mSv	0,44 mSv
Procent %	100%	91,8%	85%	83%

Table 9. Dose measured on the surface of phantom No 2 at a voltage of 96 kV, using various filters.**Tabela 9.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 2 przy napięciu 96 kV i różnych filtrach.

Warunki	Filtr	Dawka	Procent%
Fantom nr 2 U=96 kV	1 mm Al.	3,07 mSv	100%
Fantom nr 2 U=96 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	2,03 mSv	66%
Fantom nr 2 U=96 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	1,57 mSv	51%
Fantom nr 2 U=96 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	1,33 mSv	43%

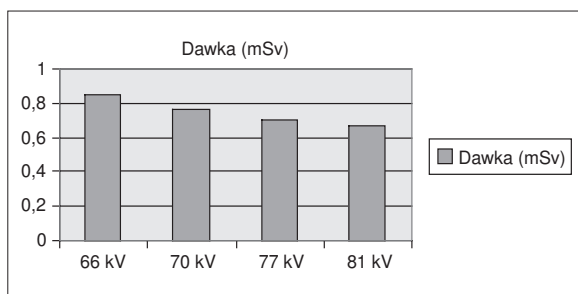
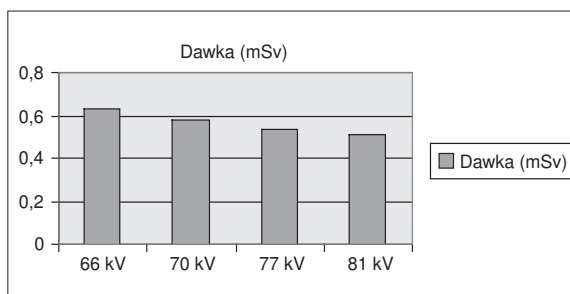
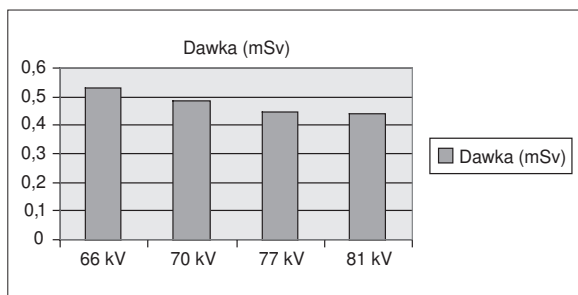
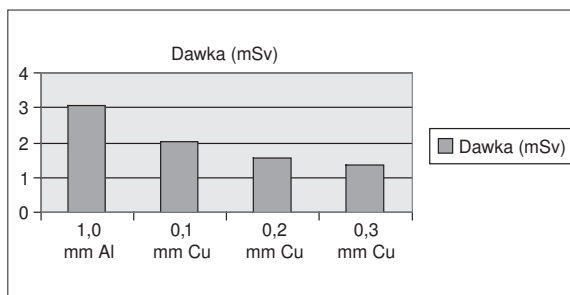
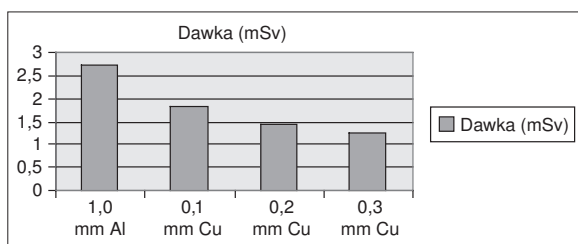
**Figure 6.** Dose measured on the surface of phantom No 1 under various voltages, using the filter (1 mm Al + 0,1 mm Cu).**Rycina 6.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al. + 0,1 mm Cu).**Figure 7.** Dose measured on the surface of phantom No 1 under various voltages, using the filter (1 mm Al + 0,2 mm Cu).**Rycina 7.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al. + 0,2 mm Cu).**Figure 8.** Dose measured on the surface of phantom No 1 under various voltages, using the filter (1 mm Al + 0,3 mm Cu).**Rycina 8.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 1 przy różnych napięciach i filtrze (1 mm Al. + 0,3 mm Cu).**Figure 9.** Dose measured on the surface of phantom No 2 at a voltage of 96 kV, using various filters.**Rycina 9.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 2 przy napięciu 96 kV i różnych filtrach.

Table 10. Dose measured on the surface of phantom No 2 at a voltage of 102 kV, using various filters.**Tabela 10.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 2 przy napięciu 102 kV i różnych filtrach.

Warunki	Filtr	Dawka	Procent %
Fantom nr 2 U=102 kV	1 mm Al.	2,71 mSv	100%
Fantom nr 2 U=102 kV	1 mm Al + 0,1 mm Cu	1,83 mSv	67%
Fantom nr 2 U=102 kV	1 mm Al + 0,2 mm Cu	1,43 mSv	52%
Fantom nr 2 U=102 kV	1 mm Al + 0,3 mm Cu	1,23 mSv	45%

**Figure 10.** Dose measured on the surface of phantom No 2 at a voltage of 102 kV, using various filters.**Rycina 10.** Dawka zmierzona na powierzchni fantomu nr 2 przy napięciu 102 kV i różnych filtrach.

III. Wpływ grubości i materiału używanego filtra w aparacie SIREGRAF na dawkę promieniowania jonizującego otrzymaną przez pacjenta przy stałym napięciu na lampie rentgenowskiej dla fantomu nr 2.

- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 96 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 34%; Tabela 9, rycina 9.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 96 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 49%; Tabela 9, rycina 9.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 96 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 57%; Tabela 9, rycina 9.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 102 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,1 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 33%; Tabela 10, rycina 10.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 102 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al + 0,2 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 48%; Tabela 10, rycina 10.
- Przy napięciu na lampie rentgenowskiej 102 kV zmiana filtra o grubości 1 mm Al na filtr o grubości 1 mm Al

+ 0,3 mm Cu, powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta o 55%; Tabela 10, rycina 10.

Dyskusja

W trakcie przeprowadzonych badań ustalono:

1. Wpływ rodzaju materiału i grubości używanego filtra w aparacie SIREGRAF na dawkę promieniowania jonizującego otrzymaną przez pacjenta przy stałym napięciu na lampie rentgenowskiej dla fantomu nr 1.
 - Przy wszystkich stosowanych napięciach na lampie rentgenowskiej zmiana filtrów z cięższego na grubszy zawsze powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta. Zmiana ta sięga nawet 61,1% i 61,3% w przypadkach opisanych w tabelach 1 i 2. Zaobserwowano następującą zależność: im wyższe jest wysokie napięcie na lampie RTG, tym zmiana filtra z cięższego na grubszy powoduje mniejszy spadek dawki pochłoniętej przez pacjenta, ale nadal bardzo znaczący. Najmniejszy spadek zaobserwowano w przypadku opisanym w tabeli nr 3 (82 kV) który wynosił 57,7%.
2. Wpływ wysokiego napięcia na lampie rentgenowskiej w aparacie SIREGRAF na wartość dawki powierzchniowej promieniowania jonizującego pochłoniętej przez pacjenta przy różnych filtrach dla fantomu nr 1.
 - Przy wszystkich stosowanych filtrach podwyższenie wysokiego napięcia na lampie RTG powoduje zmniejszenie dawki promieniowania jonizującego otrzymanej przez pacjenta nawet do 23% (przykład tabela 5). Zaobserwowano następującą zależność: im grubszy jest filtr używany do filtracji promieniowania rentgenowskiego w lampie RTG, tym podnoszenie wysokiego napięcia powoduje mniejszy spadek dawki pochłoniętej przez pacjenta, ale nadal bardzo znaczący. Najmniejszy zaobserwowano w przypadku opisanym w tabeli nr 8 który wynosił 17%.
3. Wpływ rodzaju materiału i grubości używanego filtra w aparacie SIREGRAF na dawkę promieniowania jonizującego otrzymaną przez pacjenta przy stałym napięciu na lampie rentgenowskiej dla fantomu nr 2.
 - Przy wszystkich stosowanych napięciach na lampie rentgenowskiej zmiana filtrów z cięższego na grubszy zawsze powoduje zmniejszenie dawki promieniowania

jonizującego otrzymanej przez pacjenta. Zmiana ta sięga nawet 57% i 55% w przypadkach opisanych w tabelach 9 i 10. Zaobserwowano następującą zależność: im wyższe jest napięcie na lampie RTG tym wpływ zmiany filtrów z cięższego na grubszy powoduje mniejszy spadek dawki pochłoniętej przez pacjenta, ale nadal bardzo znaczący. Najmniejszy spadek zaobserwowano w przypadku opisanym w tabeli 10 który wynosił 55%.

Wnioski

Reasumując należy uznać, że istnieją duże możliwości zmniejszenia dawki otrzymywanej przez pacjenta w trakcie wykonywania badań rentgenodiagnostycznych. Jest to możliwe i trzeba do tego dążyć w dwóch podstawowych kierunkach.

Piśmiennictwo:

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24.XII. 2002 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych... Dz. U. Nr 241 Poz. 2098.
2. ICRP 34: Ochrona radiologiczna w diagnostyce rentgenowskiej 1982; 9; 2/3.
3. Laska R.: Ocena jakości pracowni rentgenowskich. Zdr. I Zarz. 2001 3 (3 / 4) s. 92-95.
4. Górczyca R., Pachocki K., Różycki Z.: Ochrona radiologiczna w pracowni rentgenowskiej „EX-POLON” 1997.
5. Bałtrukiewicz Z.: Aktualne problemy ochrony przed promieniowaniem jonizującym związane z oceną ryzyka radiacyjnego. Lek. Wojskowy 2000; 76 (3) s. 133-135.
6. Biegański T.: Ochrona radiologiczna dzieci jako pacjentów. Pol. Przegl. Radiol., 1999, 64, 3, 179-183.
7. Barańska D., Biegański T.: Filtracja jako sposób zmniejszania narażenia pacjentów w diagnostyce radiologicznej. Pol. Prz. Radiol. 2002: 67(1) s. 83-86.
8. IAEA: Absorbed dose determination in photon and electron beams. Wiena 1987. Technical Reports Series No. 277.

- Jeżeli sprzęt do badania RTG dopuszcza fabrycznie możliwość wyboru różnych filtrów, to należy stosować jak najgrubsze filtry wykonane z metalu o większej liczbie atomowej. Pozwoli to zmniejszyć dawkę obciążającą pacjenta nawet o 61% na przykładzie opisanym w tabeli 1 i 2.
- Biorąc pod uwagę możliwości aparatu do badań RTG należy wybierać warunki z większym napięciem na lampie rentgenowskiej [8]. W naszych pomiarach (na przykładzie opisanym w tabeli 5) zmniejszenie dawki obciążającej pacjenta wynosi 23%.

Zastosowanie wyżej wymienionych reguł postępowania pozwoli w znacznym stopniu obniżyć poziom narażenia pacjentów na promieniowanie jonizujące przy diagnostyce rentgenowskiej.